

# 近距離無線通信技術（Bluetooth LE）の 流通・物流への応用について

増 田 悦 夫

あらまし

本稿では、モノやセンサーをインターネットへ接続する手段として、最後の数m部分（即ち、ラストメートル）を無線で接続する通信規格として最近注目されているBluetooth LE（BLE）を取り上げ、IoT（Internet of Things）における位置づけ、当該規格の概要、BLE対応の製品例の紹介、流通・物流分野への適用性や今後の課題について示した。

対応製品として、マーケティングにおける販促を考慮したBLEビーコン、IoT時代のモノ作りのひとつと考えられるビーコン組み込み商品、センサー込みのBLE対応端末など、いろいろな形での提供が行われつつある。BLEについては、あらゆる分野におけるモノのインターネットへの接続に対応可能であるが、流通・物流の分野への適用についても効率面、品質面、安全面、環境面等の向上に寄与し得る応用が考えられる。低電力を指向した規格であることが最大の特徴であり、この特徴が活かせる分野での積極的な活用が今後進んでいくものと思われる。

流通・物流分野では、自動識別技術としてRFIDの応用が進みつつあるが、ラストメートルの範囲での低電力の運用や双方向のデータやり取りなどRFIDの手の届かない隙間を効果的に埋める役割があると考えられる。

キーワード：Bluetooth, BLE, IoT, インターネット, ビーコン, 流通, 物流

## 1. まえがき

人間が操作するPCやスマートフォンとは別に、様々な機械やモノをインターネット

へ接続する，いわゆるIoT（Internet of Things）が注目を集めている<sup>[1]~[3]</sup>。新聞記事にも頻繁にIoTという言葉が登場するようになってきた。2015年1年間の日経4紙で約1000件にも上る。業界団体，シンクタンク，関連ソリューションベンダー，製品ベンダーなどで，IoTの定義や概念の整理，市場予測，関連するソリューションや製品の提供などが活発に行われつつある<sup>[4]</sup>。

モノやセンサーをインターネットへ接続する手段として有線，無線の種々の回線が利用されるが，最近，最後の数m部分（即ち，ラストメートル）を接続するための，低電力化を図った通信規格として注目されているBLE（Bluetooth Low Energy，Bluetooth ver.4.0の一部として2009年にリリースされた）<sup>[5][6]</sup>を取り上げ，IoTにおける位置づけ，規格の概要，対応製品例の紹介，流通や物流への適用性などについて考察する。具体的には，IoTの概要とBLEのIoTにおける位置づけ，BLEの概要（普及版との違い，低電力のための工夫，通信方式など），BLEの応用パターン，流通・物流分野への適用性や今後の課題について示す。BLEは，その名のとおりに低電力で動作可能な規格となっている。各種センサーなどをBLEを用いてスマートフォンなどと接続し，それを経由してインターネットへ接続できる。

第2章では，IoTの概要とそこにおけるBLEの位置づけを示す。続く，第3章ではBLEの概要として，Bluetooth規格における位置づけ，従来版との比較，低電力化の内容，デバイス検出，ネットワーク接続，データやり取り等の通信方式を示す。第4章では，BLEの利用パターンを示した上で，現在知られているいくつかのBLE対応製品を紹介する。さらに，流通や物流への適用性や今後の課題を示す。第5章はまとめである。

## 2. IoTの概要とBLEの位置づけ

### 2. 1 IoTの概要

インターネットには，これまでデスクトップPCやノートPC，スマートフォン，プリンタ，デジタルカメラ，ゲーム機などの情報機器が接続され人間によって利用されてきた。IoTとは，これらの機器とは別に，日用品，自動車，建物，食物など，従来，通信機能を備えていなかった機械類や様々なモノをインターネットに接続しようとするものである（図1）。これらの機械類やモノをインターネットに接続することによって今までできなかったことが新たにできるようになり，社会や産業界に大きなインパクトを与え得るとして多くの注目が集まっている。

IoTという言葉は1999年にKevin Ashtonが最初に使用したと言われている。RFIDやセンサーのグローバルスタンダードを推進する研究コンソーシアム「Auto-ID Center」をMIT（マサチューセッツ工科大）内に始動させたひとりであり，当時はモノに付け

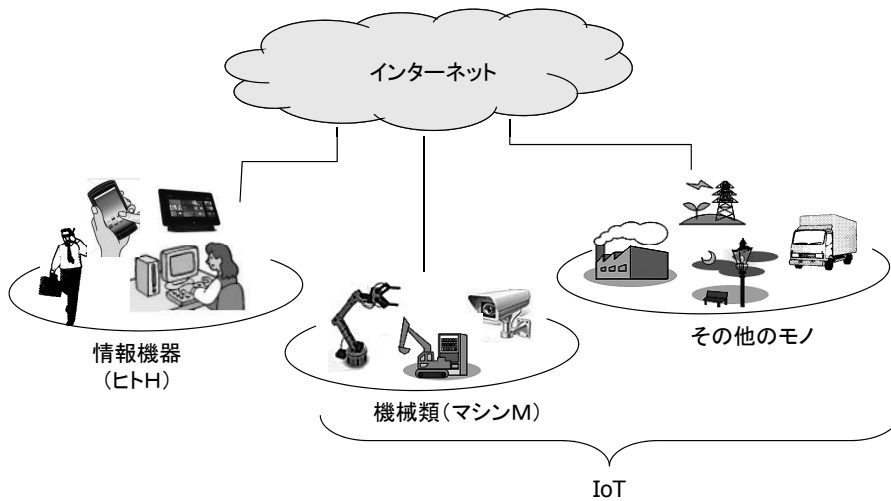


図1 インターネットに接続されるモノとIoT

られたRFIDやセンサーがネットに接続されることにより、人間におけるデータ入力の限界を超えて、リアルの世界を観測し、認知し、把握できるようになるとしている<sup>[7]</sup>。

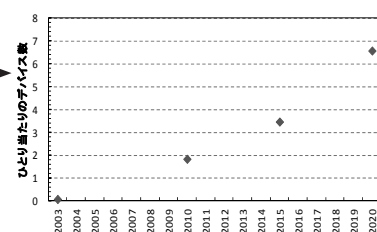
最近、注目されるようになったのは、コスト低減化につながる技術革新の進展、即ち、機械やモノをインターネットに接続するための小型・低電力の通信手段、小型・安価な各種センサーの登場、モノやセンサーから得られる情報を収集・分析するためのクラウドサービスやBigDataの基盤の整備、IPv6化などのインターネット資源の拡大等、IoTの実現が現実化してきたことによると考えられる。Ciscoの予測では、インターネットに接続されるモノ（デバイス）の数は、2015年に250億個（3.47個/人）、2020年には500億個（6.58個/人）に増加するとのことである<sup>[2]</sup>（表1）。

モノがインターネットに接続されることにより、離れたモノの状態を確認することが可能となる。例えば、温度・湿度、騒音、照度を確認したり、モノの動き（振動、衝撃、傾斜、落下、移動など）や動物の行動を確認したり、位置を確認したり、モノの開閉状態を確認したりなどである。また、離れたモノを遠隔操作することも可能となる。例え

表1 インターネットに接続されるデバイス数

	2003年	2010年	2015年	2020年
接続されるデバイス数	5億	125億	250億	500億
世界の人口	63億	68億	72億	76億
ひとり当たりのデバイス数	0.08	1.84	3.47	6.58

出典：Cisco IBSG, 2011



ば、機器の電源をon/offしたり、照明を制御したり等である<sup>[8]</sup>。表2に示すように、施設、エネルギー、家庭・個人、ヘルスケア、運輸・物流、小売等、様々な分野への適用が想定される<sup>[9]</sup>。

表2 IoTの適用分野の例

分野	適用イメージ例
1) 施設	●施設内設備管理の高度化（自動監視・制御等）
2) エネルギー	●受給関係設備の管理を通じた電力受給管理 ●資源採掘や運搬等に係る管理の高度化
3) 家庭・個人	●宅内基盤設備管理の高度化 ●宅内向け安心・安全等サービスの高度化
4) ヘルスケア・生命科学	●医療機関/診察管理の高度化 ●患者や高齢者のバイタル管理 ●治療オプションの最適化 ●創薬や診断支援等の研究活動の高度化
5) 産業	●工場プロセスの広範囲に適用可能な産業用設備の管理・追跡の高度化 ●鉱業、灌漑、農林業等における資源の自動化
6) 運輸・物流	●車両テレマティクス・追跡システムや非車両を対象とした輸送管理の高度化 ●交通システム管理の高度化
7) 小売	●サプライチェーンに係る高度な可視化 ●顧客・製品情報の収集 ●在庫管理の改善 ●エネルギー消費の低減
8) セキュリティ・公衆安全	●緊急機関、公共インフラ（環境モニタリング等）、追跡・監視システム等の高度化
9) IT・ネットワーク	●オフィス関連機器の監視・管理の高度化 ●通信インフラの監視・管理の高度化

出典：三菱総研報告書（2015年3月）

## 2. 2 BLEの位置づけ

情報機器などの端末をインターネットへ接続する場合、有線回線や無線回線が利用される。デスクトップPCなどは据え置きのため有線回線経由で接続される場合が多いが、ノートPCやスマートフォンなど場所を移動しながら利用するような端末では、操作性などを考慮し通常無線回線経由で接続される。インターネットに接続されるモノには、施設のように固定した場所のものや動物や車など場所を変えるものが存在する。インターネットに接続されるモノについては、数や種類が多く、工事や操作性などを考慮すると無線回線経由が基本と考えられる。

無線回線経由の場合、端末をインターネットへ接続するために電波を送受信する基地局が設置される。端末－基地局間のデータ通信は通常インターネットのTCP/IPとは異なる通信プロトコルが利用されるため、基地局にはプロトコル変換を行う機能（ゲートウェイ）が必要であり、IoT端末をインターネットへ接続する場合、基地局機能＋プロ

トコル変換機能を備えたIoTゲートウェイ経由となる。

図2に各種の端末を無線回線経由でインターネットへ接続するパターンとBLEの位置づけを示す。基地局あるいはアクセスポイントがカバーするエリアの大きさに応じて、無線PAN、無線LAN、無線MAN、無線WANの4種に分けられる。これらのうち、BLE規格での通信は無線PANに属し、図2に示すように、ケース1）IoTゲートウェイから直接インターネットへ接続する場合もあれば、ケース2）無線LAN、無線MANあるいは無線WANの基地局を経由する場合もある。

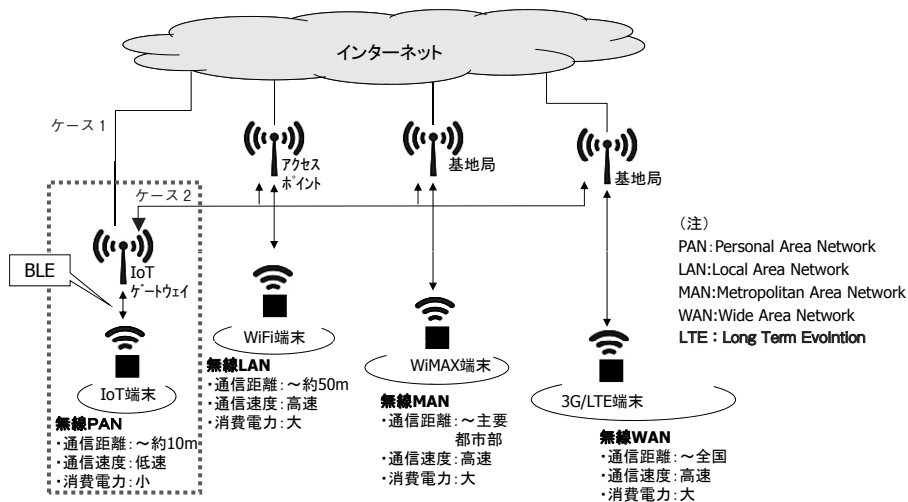


図2 IoTにおけるBLEの位置づけ

### 3. BLEの概要

#### 3. 1 Bluetooth規格とBLE

Bluetoothは携帯情報機器の接続に使われる短距離無線通信技術であり、現在、IEEE 802.15.1として標準化されている。2.4GHz帯の特に免許の不要なISMバンドの電波を利用している。Bluetoothバージョン1.0が1999年7月にリリースされ、その後、Bluetoothのバージョンは1.1（2001年2月）、1.2（2003年11月）、2.0（2004年11月）、2.1（2007年3月）、3.0（2009年4月）、4.0（2009年12月）、4.1（2013年12月）、4.2（2014年12月）とアップされ、現在に至っている。今回取り上げているBLEはバージョン4.0の一部として提供されたものである。各バージョンの概要は以下のとおりである。

- ・ ver1.1（2001年2月） 普及バージョン ※Ver.1.0は1999年7月
- ・ ver1.2（2003年11月） 2.4GHz帯域の無線LAN（IEEE802.11g/b）との干渉対策を盛り込む
- ・ ver2.0（2004年11月） ver1.2の約3倍のデータ転送速度（最大3Mbps）も導入

- ・ ver2.1（2007年 3 月） ペアリングが簡略化されたマウスやキーボードのバッテリー寿命を最大 5 倍延長できる省電力モード（Sniff Subrating機能）を追加
- ・ Ver3.0（2009年 4 月） 最大24Mbpsのデータ転送速度を実現，電力管理機能を強化し省電力化を向上
- ・ Ver4.0（2009年12月） 通信速度は普及バージョン並み（1Mbps）で低消費電力モード（即ち，BLE）に対応
- ・ Ver4.1（2013年12月） LTE（Long Term Evolution）との干渉を抑制，IPv6対応を導入
- ・ Ver4.2（2014年12月） セキュリティを強化，転送速度を向上（最大2.5倍）

### 3.2 クラシックBluetoothとBLEとの比較

バージョン3.0までをクラシックBluetoothと呼び，それとBLEとの違いを表3に示す。クラシックBluetoothが信号の中断が許されない音声通信の用途を狙いに開発されたのに対し，BLEはセンサーやタグとの低電力の間欠の通信の用途を狙って仕様化されている。

通信速度は1MbpsでクラシックBluetoothと同程度であるが，通信距離を短くして送信電力を節約したり，転送パケットのサイズを小さくしたりしている。

通信距離は30m程度まで可能ではあるが，電力消費をできるだけ少なくする様にして

表 3 クラシックBluetooth（Ver1.0～3.0）とBLEとの主要項目の比較

項目	クラシックBluetooth	BLE	備考
1) 用途	音声	センサー，タグ	
2) 周波数帯	2.4GHz	2.4GHz	免許なしに利用できるISMバンド
3) 転送速度	1 Mbps (Ver.1)/ 24Mbps (Ver.3)	1Mbps	
4) 通信距離（通常）	15m	2 ～ 5 m	
5) 平均消費電流	30mA	0.05mA～ 3 mA	
6) ネットワーク構成（トポロジー）	スター型	スター型	
7) 最大パケット長（バイト）	1021	47	
8) チャンネル数	79（注：32個がデバイス発見用，他はデータやり取り用）	40（注：3個はブロードキャスト/デバイス発見/ネットワーク参加用のアドバタイジングチャンネル，残り37個が接続状態でのデータやり取り用）	
9) 非接続状態でのブロードキャスト機能	無し	有り（*）	*）アドバタイジングチャンネルを利用

通常は2～5m程度である。

ネットワークの通信形態として、①ブロードキャスト型、②コネクション型の2種がある。①はブロードキャスト（アドバタイザー）が通信範囲内の（複数の）オブザーバ（スキャナー）へアドバタイズパケットを定期的送信し、これをスキャンしたスキャナーがデータを受信するもので、1：多の片方向通信である。コネクション設定なし（ネットワーク非接続状態）で動作する。例えば、スマートフォンなど（スキャナー）がビーコン端末（アドバタイザ）から識別データをコネクション設定なしに受信し、関連情報をスマートフォンに表示したりできる。一方、②はセントラル（スマートフォン、タブレットなど）がペリフェラル（センサーデバイスなど）からのアドバタイズパケットをスキャンした時、適当なタイミングでそのペリフェラルと1：1のコネクションを確立し（ネットワーク接続プロセス）、コネクション状態ではセントラルがマスター、ペリフェラルがスレーブとなって、定期的に双方向のデータ通信を行う。複数のペリフェラルとのコネクションを設定し、ネットワークへ参加させることが可能である。例えば、スマートフォンが、センサーデバイスとつながって、その後コネクションを確立してセンサーデータの受信をしたりする場合が想定される。通信方式については、3.4節に具体的に示す。

### 3.3 低電力化に向けた工夫<sup>[5]</sup>

BLEでは、低電力化に向けて種々の対策が講じられている。低電力化の基本的な考え方は、無線通信回数、動作時間を減らすことである。表4に低電力化対応項目とその内容を示す。低電力化したことによって、エネルギーハーベスト（環境発電）<sup>1)</sup>の活用の可能性もある。

### 3.4 BLEの通信方式

BLEの通信方式を図3に示す。ここでは、(1)IoT端末の検出プロセス、(2)IoT端末のネットワーク接続プロセス、(3)ネットワーク接続後のデータやり取りのプロセスの3つのフェーズについて示している。前記(3)ではマスター側主導のpull型とスレーブ主導のpush型の2ケースを示している。ネットワーク接続前の(1)では、アドバタイザとスキャナーとのやり取りとなり、ネットワーク接続動作時の(2)では、スキャナーがイニシエーターに変わり、アドバタイザーとイニシエーターのやり取りとなる。さらに、ネットワーク接続が行われた後の(3)では、イニシエーターがマスターに変わり、アドバタイザー

1) 私たちの身の周りに存在している微小自然エネルギー源、例えば、洗濯機の振動、車排気の熱、室内の照明光、水道の液流、テレビ放送の電磁波などを拾い集めて、電気エネルギー（電力）に変換して、低消費電力の電子デバイスの電源として利用する技術である。BLEの無線センサーデバイスは、平均の消費電力が1mW以下に抑えられる可能性があり、エネルギーハーベストの微小電力で動作できる可能性があり注目されている。



表 4 BLEにおける低電力化対応項目とその内容

低電力化対応項目	内容
1) 送信電力の節約	クラシックBluetoothの100mW (20dBm) から10mW (10dBm) に小さく抑えた。
2) DSSS直接拡散の不採用	受信感度や通信距離を向上できる (ZigBee規格で採用している) DSSS直接拡散方式を採用せず。
3) ネットワーク発見用チャンネルの絞込み	クラシックBluetoothの32チャンネルから3チャンネルに縮小し発見時間を秒レベルから数10msに短縮。また、3チャンネルの周波数帯は無線LANとの干渉の少ないところを選定。
4) パケットの軽量化	パケットのヘッダ部分の縮小、最大パケット長の削減 (1021バイト→47バイト*) により、送受信時間を短縮。*) プリアンプル1、アクセスアドレス4、PDU39 (最大)、CRC3の47バイト
5) パッシブスキャンの採用	クラシックBluetoothはアクティブスキャン、即ち、センサ端末の存在をポーリングしその応答で確認。これに対し、BLEはセンサ端末側からいきなりアドバタイズメントパケットを受信して確認するパッシブスキャンを採用。ポーリング受信待ちの電力消費を回避。
6) 非接続状態のブロードキャスト	ネットワーク接続不要なアドバタイジング・ブロードキャストの採用により、この間の時刻同期が不要となる。
7) 時刻同期の低頻度化	周波数ホッピング (周波数の他との重なりを可能とする送信周波数切り替え) がクラシックでは0.625msと短い、BLEでは数ms (通常は2.5ms) と長い。時刻同期の頻度を抑え、電力節約につながる。
8) プッシュ型データ変更通知	1回のポーリングでデータ変更を通知可能。クラシックの2往復でなく、1往復で可能。
9) 相乗り送達確認	送達確認専用ACKの使用を廃止し、送信パケットに相乗り化。
10) ペアを組まない通信	認証・暗号化のペア設定をしないデータ通信も利用可能

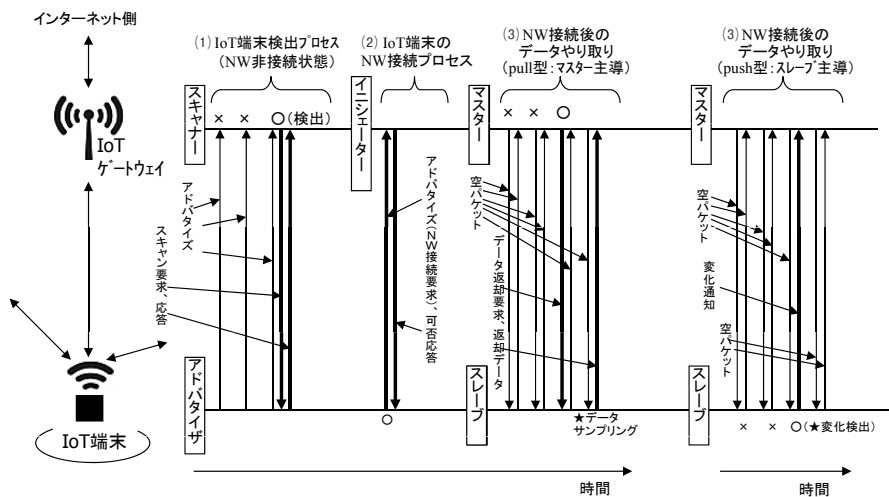


図 3 BLEの通信方式



がスレーブに変わり、両者間でデータのやり取りが行われる。(3)において、pull型はマスター側の都合でスレーブ側のセンサーなどのデータが読み取られ、一方push型ではスレーブ側でセンサー検出値などに状況変化があったような場合にそのタイミングでスレーブ側がマスターへ変化状況を通知する形態である。この図の○印はそこで実効的なやり取りが開始されることを示す。IoT端末とIoTゲートウェイとの通信は、ネットワーク接続を行わず(1)のみの場合もあり得る。

## 4. 流通・物流におけるBLEの応用

### 4. 1 BLEの応用形態

BLE通信の応用を考える場合、IoT端末の形態として、(1)センサーを持たないもの、(2)センサー付きのもの、の2種が存在する。特に、前者については、IoT端末を持つモノやヒトを識別する応用が考えられるが、(1a)モノ自身（主に固定した場所）を識別する場合と(1b)モノやヒト（動く場合）の屋内での位置を識別する場合の2種に分けられる。これらより、BLEの応用形態のタイプとしては、図4に示すような3タイプが考えられる。

#### (1) IoT端末（センサーなし）との接続

1a) モノの種別を識別し、モノの関連情報を提供する形態（タイプA）

1b) 動くモノやヒトの位置を識別し、移動状態の分析などを行う形態（タイプB）

#### (2) IoT端末（センサー付き）との接続

モノにつけられたセンサーのデータを読み取り、リアルタイムの制御や蓄積データの分析に役立てる形態（タイプC）

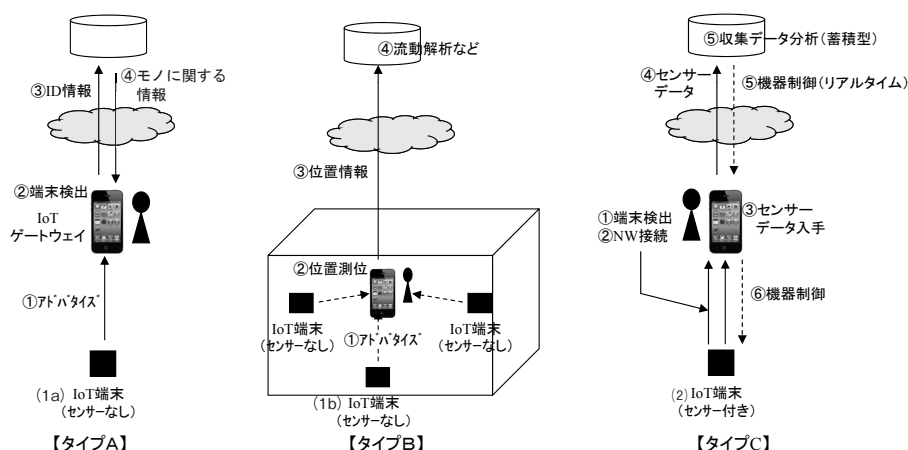


図4 BLEの3種の応用パターン

## 4. 2 BLE対応の製品例

ここでは、現時点で提供されている、以下のような製品例を紹介する。

- (1) iBeacon (米Apple)
- (2) Estimote Beacon (米Estimote)
- (3) Eddystone (米Google)
- (4) センサー付きビーコン端末 (富士通コンポーネント)
- (5) お知らせビーコン (アプリックス)

### 4. 2. 1 iBeacon (米Apple)

iBeaconは、米Appleが、Suicaやおサイフケータイなどをかざして使用するタイプのNFC (Near Field Communication) の対抗馬として2013年9月にiOS7に標準搭載した、BLEをベースとする情報提供サービスである。iOS7以降のOSを搭載するアップル製の端末の他、現在では、米GoogleのAndroid 4.3以降のOSを搭載するAndroid端末でも受信できる。

固定的に設置されたビーコン端末 (IoT端末) から近隣のBLE対応スマートフォンなど (IoTゲートウェイ) に向けて識別データを発信し続ける。受信側ではBLEの電波を検出すると、ビーコンからの識別データに対応するアプリなどが端末内に存在すれば、ビーコンに紐付けられたインターネット上のサーバから情報を入手するなどして、自動的に利用者に提供する。ビーコンの電波が届く範囲は2 cm, 1 m, 10mから選択することができるようになっている。

店舗などでは、店の前を通りがかった人の携帯端末にセール情報などを通知したり、来店客が入店する際に電子クーポンを発行したり、各売り場の前で商品情報を提供したりといった仕組みを構築できる。駅の構内や施設などでは、各地点に設置したビーコンからの識別情報を頼りに、専用の地図アプリなどにより現在地を確認できたり、目的地までの道案内をしたりといった応用もできる。

iBeaconを利用したサービスとして、スポットライト社が、「スマポ」と呼ばれるアプリを2013年9月に提供している。また、頓知ドットコムは、「tab (タブ)」と呼ばれる写真共有アプリにiBeacon機能を使った来店検知機能を搭載している。iBeacon端末として「Estimote Beacon」(米Estimote) が知られている。

### 4. 2. 2 Estimote Beacon (米Estimote)<sup>[10]</sup>

米Estimote社が開発したibeacon端末で、ibeacon機能に対応するIDを発信する。小さな岩石のような形をしており (図5)、小売店が顧客と対話するためのツールなどに利用できる。距離は最短で2インチ (約5 cm)、最長で160フィート (約5 m) 程度である。

お店毎のデータをスマートフォンへブロードキャストできる。このブロードキャストを検出することにより、スマートフォンへのディスカウント情報などを通知することが

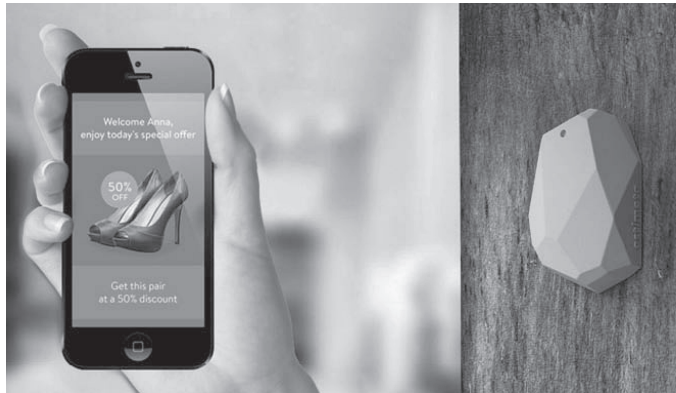


図5 Estimote Beacon（米Estimote）

できる。顧客の入店時間や商品との距離などによっていろんなアクションをトリガにでき、商品に触ることや服の試着なども推奨できるようである。

Estimote社は、基本的な利用法として以下の4種を提案している。

- ①Proximity Marketing（近接マーケティング）：お店付近の顧客にセール/キャンペーン情報を届ける。
- ②Check-in Coupons（チェックイン特典）：お店の中に入った顧客に特典を付与する。
- ③Indoor Location（店舗内位置に応じたマーケティング）：お店の中の顧客導線の把握や店舗内位置に応じた通信。
- ④Contactless Payment（無線での決済）：物理的なやりとり/接触なしの決済。

#### 4. 2. 3 Eddystone（米Google）<sup>[11]</sup>

米Googleが2015年7月に公開した、BLEビーコンのオープンフレームワークである（図6）。飲食店やスーパーなどが、ビーコンを活用し、近くを通りかかった人にクーポンなどを送りつけるような場合、iBeaconの場合と異なり消費者のスマートフォンにブラウザ「Chrome」がインストールされていれば十分である。お店専用のアプリは必要ない。そのため、不特定多数に情報を送りつけることができる。逆に、受信したくない消費者にも届いてしまうという課題もある。

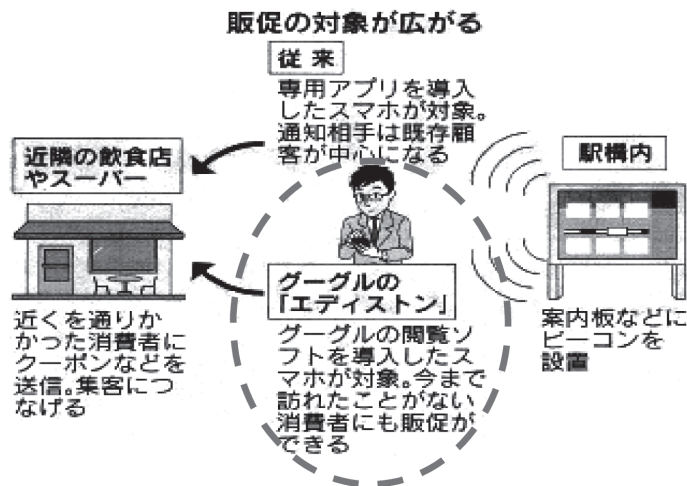
Eddystoneに対応した製品（ビーコン）を丸紅情報システム、ACCESSなどが販売している。

#### 4. 2. 4 センサー付きビーコン端末（富士通コンポーネント）<sup>[12]</sup>

富士通コンポーネントが2015年12月に発売したセンサー付きのビーコン端末（型番：FWM8BLZ02-109047）である（図7）。温度センサーと3方向加速度センサーを内蔵した可搬型のビーコンで、温度や水平面からの傾きを検知できる。

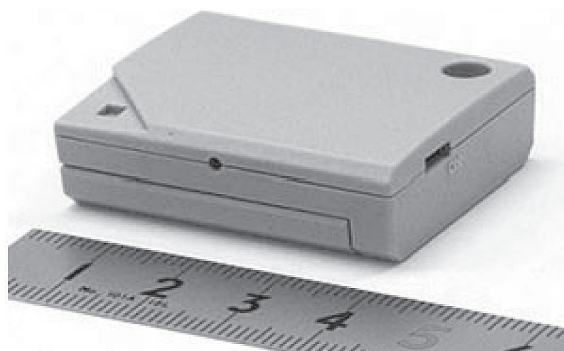
センサーで検知したデータの取得方法は次の2種：

- ①ビーコン側からスマートフォンなどへ一定間隔で送信する方法（図3のスレーブ主



日経産業 2015.10.21

図6 Eddytone (米Google)



Bluetooth Smart センサービーコン

図7 センサ付きビーコン端末

導型)。プロトコルは当社独自のもの（FDC）を利用。

- ②ビーコン内のメモリへ保存しそれをスマートフォンなどから読み取る方法（図3のマスター主導型）

低電力のため、コイン形リチウム電池CR2450で長時間の使用が可能である。上記の①の利用法（1秒間隔で送信の場合）では6ヶ月以上、上記の②の利用法では12ヶ月以上の動作が可能のようである。農業施設や工場でのモノの状態監視、物流サービスにおける荷物の品質監視、介護サービスなど幅広い用途に利用できる。

#### 4. 2. 5 お知らせビーコン（アプリックス）<sup>[13]</sup>

アプリックス社（1986年創業）が開発した、家電製品などに組み込むモジュールタイ

プのビーコンである。モノに組み込むことで、そのモノのある状態を検知した時だけ電波を発信するタイプで、付加情報とともにタイムリーにスマートフォンなどに通知できる。浄水器、加湿器、扇風機、コーヒーメーカーなどの軽家電を始めとするあらゆるモノとBeaconとを組み合わせることができる。

KDDIは、このビーコンを組み込んだ傘立て、ゴミ箱を、2015年10月下旬より販売している<sup>[14]</sup>（図8）。「傘立て」の場合、それにスマートファンを持って近づくとビーコン信号を受信し、ネット上の天気情報が検索され、傘が必要かどうかLEDで傘立てに表示され、スマートフォンには天気に関する詳細情報が通知される。傘立てとの接続を契機に、傘立てのLEDへネット検索に基づく制御情報が通知されるとともにスマートフォン利用者へも関連する情報が提供されるというIoTを効果的に活用した事例と考えられる。同様に、「ゴミ箱」では、利用者がスマートフォンを持ってそれに近づくと、収集予定のゴミの種別がゴミ箱のLED発光（即ち、赤なら可燃ゴミ、青なら不燃ゴミ、緑なら資源ゴミ、など）で知らされると同時に、スマートフォンにもゴミ収集に関する詳細情報が通知される。



傘立て



ゴミ箱

図8 お知らせビーコン組み込み製品

#### 4. 3 流通・物流への適用性と今後の課題

BLEはモノをインターネットへ接続する際のラストメートル（～10m程度）の接続を担う低電力を指向した技術である。通信距離や速度を抑えて、小型・安価で低電力のIoT端末（ビーコン端末）が提供可能であり、コイン電池でも長期間利用でき、場合によってはエネルギー・ハーベスト（環境発電）でも対応できる可能性がある（3.3節を参照）。

##### 4. 3. 1 RFIDとの関係

現在、流通・物流の分野では、モノを自動的に識別する技術であるRFIDの活用が広がりつつある。モノに貼付される電子タグには、電池を持たないパッシブ型のものと電

池を持つアクティブ型のものが開発され目的に応じて使い分けられている<sup>[15]</sup>。

パッシブ型では電池の心配は要らない。電波の周波数に応じて数cm～数m程度の通信距離に対応できる。タグが貼付されたモノの識別がメイン用途であり、センサーとの組み合わせでの使用はできない。

一方、アクティブ型では電池を内蔵するためセンサーとの組み合わせが可能である。センサーの検知結果に基づくタグ側からのデータ送信も可能である。通信距離も100m以上と大きい。反面、消費電力が大きいため、電池の長期間の使用が難しい。タグ自身も高価である。

これに対し、BLEでは通信距離が～約10m程度の範囲でモノとスマートフォンなどと接続でき、インターネットへ接続することができる。安価で、低電力で、センサー検知データの取得、収集も可能である。また、BLE規格は双方向のデータのやり取りが可能となっており、モノから収集したデータを基にモノを制御するためのデータをネット側から送ることも可能である。従って、ラストメートルの範囲での低電力の運用や双方向の自由なデータやり取りなどRFIDの手の届かない隙間を効果的に埋める役割があると考えられる。

#### 4. 3. 2 流通・物流への適用性

BLEに期待される流通・物流の応用としては、以下のようなものが考えられる。

##### ①販促による売上拡大（マーケティング）

前述4.2節のEstimote社が提案しているような内容である。商品や関連情報のリアルタイムかつタイムリーな提供、店内での消費者行動の収集やその分析による効果的な販促情報の提供などが考えられる。

##### ②店舗内・物流センター内、荷物集荷時の作業効率向上

LEビーコンの位置測位機能を利用することにより、店舗内・物流センター内での作業員の動線データを収集可能である。このデータを分析することにより、店頭での商品陳列場所の改善、物流センターでの棚入れ場所の改善などに結び付けられる可能性がある。また、宅配ロッカー内における集荷荷物の有無が近づいただけで把握できるようになる。

##### ③店頭で提供する商品（特に生鮮品）の品質、輸配送される荷物の品質の確保

店頭に陳列している生鮮食品の温度や衝撃有無などの監視、輸配送中の荷物やその周囲状況の監視が可能となり、陳列している生鮮品や輸配送荷物の状態を常時、従来よりも安価できめ細かく監視できる可能性がある。品質劣化・破損等の未然防止、安全性の確保など、品質の向上に寄与できると考えられる。

##### ④店舗のバックヤードや物流・流通センターでの作業の安全性の確保

フォークリフトやカゴ車の操作においては、見通しの悪さなどから起こり得るそれらとの異常な接近を検知してアラームを上げることにより、接触事故を未然に回避出来る



可能性がある。棚の傾斜、正規の場所からの移動、商品の落下などの検知も可能となる。

#### ⑤省エネ等の環境面への寄与

無駄な照明、エアコン稼働時のドアの無駄な開放等の状態を遠隔で確認でき、最適な状態に遠隔操作することが可能となる。

上記以外にも、利用できるセンサーの種別、インターネットとの連携による情報の活用等を考慮することにより、流通・物流を改善する応用が種々存在すると考えられる。

#### 4. 3. 3 今後の課題

BLEの応用は、単に流通・物流分野だけに留まらず、あらゆる分野に関連する。関連する製品やソリューションがこれから登場してくることが予想される。4.2節に示したKDDIから販売されている傘立てやごみ箱は商品そのものである<sup>[16]</sup>。BLEは無線通信の規格であり、類似技術であるRFIDの実用化の際にも多くの実証実験を経て実導入に至っていることから、同様の検証が必要となり得る。

販売促進や効率向上、省エネ化については導入が比較的容易と考えられるが、品質や信頼性、安全性の向上に寄与し得る応用については誤動作の影響有無などについての検証が必要であろう。通信距離のばらつきなども考慮した運用方法の明確化も必要になると考えられる。また、自動識別技術のRFID等の類似技術との棲み分けや併用の仕方、類似の近距離無線通信技術（ZigBeeなど）との使い分けの検討も必要となろう。

### 5. まとめ

以上、本稿では、モノやセンサーをインターネットへ接続する手段として、最後の数m部分（即ち、ラストメートル）を無線で接続する通信規格として最近注目されているBluetooth LE（BLE）を取り上げ、IoT（Internet of Things）における位置づけ、当該規格の概要、BLE対応の製品例の紹介、流通・物流分野への適用性や今後の課題について示した。

対応製品として、マーケティングにおける販促を考慮したBLEビーコン、IoT時代のモノ作りのひとつと考えられるビーコン組み込み商品、センサー込みのBLE対応端末など、いろいろな形での提供が行われつつある。BLEについては、あらゆる分野におけるモノのインターネットへの接続に対応可能であるが、流通・物流の分野への適用についても効率面、品質面、安全面、環境面等の向上に寄与し得る応用が考えられる。低電力を指向した規格であることが最大の特徴であり、この特徴が活かせる分野での積極的な活用が今後進んでいくものと思われる。

流通・物流分野では、自動識別技術としてRFIDの応用が進みつつあるが、ラストメートルの範囲での低電力の運用や双方向の自由なデータやり取りなどRFIDの手の届かない隙間を効果的に埋める役割があると考えられる。



今後は、RFID等の類似技術との棲み分けや併用の仕方、類似の近距離無線通信技術（ZigBeeなど）との使い分けの明確化などが必要になると考えられる。

#### 参考文献・サイト

- [1] 平成27年版情報通信白書（PDF版），<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/pdf/index.html>
- [2] Dave Evans：The Internet of Things-How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything, Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), White paper, April 2011, [https://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoT\\_IBSG\\_0411FINAL.pdf](https://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf)
- [3] ヒトとヒトのつながりからモノとモノとのつながりへ，<http://www.slideshare.net/after311/iotm2m>
- [4] 中原啓貴：ソフトウェア工学特論 第7回，[http://www.hirokinakaharaoboe.net/lecture/fpga07\\_H27.pdf](http://www.hirokinakaharaoboe.net/lecture/fpga07_H27.pdf)
- [5] 鄭立：『Bluetooth LE入門』，秀和システム，2014年7月1日
- [6] 水原文訳：『Bluetooth Low Energy をはじめよう』，オライリー・ジャパン，2015年2月25日（原文は，Kevin Townsend, et al. “Getting Started with Bluetooth Low Energy”）
- [7] Kevin Ashton：That ‘Internet of Things’ Thing, RFID Journal, 22 July 2009
- [8] モノのインターネット（Internet of Things），[http://mono-wireless.com/jp/tech/Internet\\_of\\_Things.html](http://mono-wireless.com/jp/tech/Internet_of_Things.html)
- [9] 三菱総研：グローバルICT産業の構造変化及び将来展望等に関する調査研究報告書，2015年3月
- [10] 米Estimote社，<http://estimote.com/>
- [11] 日経産業新聞，2015.10.21
- [12] Bluetooth Smart センサービーコン発売：富士通コンポーネント，<http://www.fujitsu.com/jp/group/fcl/resources/news/press-releases/2015/20151221.html>
- [13] IoTサービス「お知らせビーコン」，<http://www.aplix.co.jp/solution/oshirase/>
- [14] 「お知らせビーコン」が KDDI の IoT 製品で採用，プレスリリース，2015. 8. 25，[http://www.aplix-ip.com/wp-content/uploads/20150824CVT8S34Z\\_PR.pdf](http://www.aplix-ip.com/wp-content/uploads/20150824CVT8S34Z_PR.pdf)
- [15] 増田悦夫：電子タグとロジスティクス，流通ネットワーキング，2010年1月
- [16] 小笠原治：『メーカーズ進化論—本当の勝者はIoTで決まる—』，NHK出版，2015年10月10日